

補助事業番号 2020M-175

補助事業名 2020年度 圧力・温度複合センサシート作成法の確立と多変量同時計測実現
補助事業

補助事業者名 愛知工業大学・教授・江上泰広

1 研究の概要

航空機や高速列車などの開発において、流体場を把握するために、表面圧力や温度分布を高い空間・時間分解能で計測することで重要な要素の一つである。これまで感圧塗料(PSP)、感温塗料(TSP)を複合化したセンサの開発が行われてきている。しかし産業用インクジェット装置など高価で特殊な装置が必要であったり、作成に長い時間を要するなど、一般ユーザーが作成する上でネックとなっていた。本研究ではシルクスクリーンをマスクに用いることで、特殊な装置を使わず安価かつ短時間に、これまでPSP/TSPを作製したことのない人でも容易に高度な複合PSP/TSPセンサシートを作成する方法を見出した。

2 研究の目的と背景

3 研究内容

(1) 圧力・温度複合センサシート作成法の確立と多変量同時計測実現

これまで模型上の圧力と温度分布を同時に計測するために感圧塗料(PSP)と感温塗料(TSP)を塗り分けた複合センサの開発を行ってきた。複合化に際し、PSPとTSPを混合すると色素間干渉により特性の劣化が生じる。そのため、特性劣化の生じない複合センサとして図1のように微細に塗り分けたセンサを開発してきた。これまでインクジェット装置やニードルディスペンサを用いることで、優れた時間応答性を有する複合PSP/TSPセンサを開発することに成功した(2013-2014年)。しかし高価で特殊な装置を使用し、作成にも時間を要するため、誰でも容易に作成するというわけにはいかず、一般への普及という点では課題が残っていた。そこで、本研究では、シルクスクリーン印刷の技術を応用することで、誰でも安価かつ短時間に複合センサを作成できる方法の開発に取り組んだ。

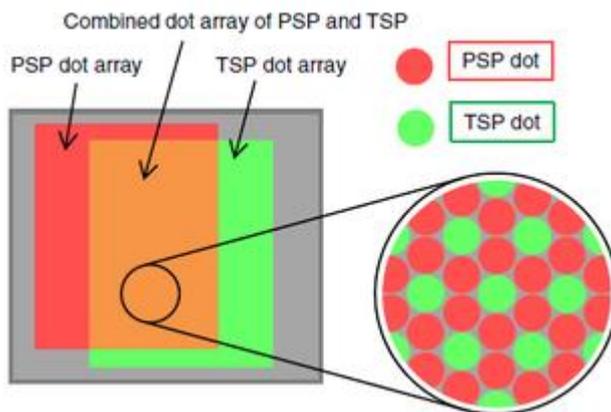


図1 複合PSP/TSPの概念図

図2は本実験で用いたシルクスクリーンのマスクである。サンプル上にポリマと粒子からなるバインダ層を塗布し、その上にマスクを設置し、PSPとTSPの色素溶液を塗布した。塗布には自動塗布装置を用い塗布条件の最適化を行った。図4左は作成した複合PSP/TSPセンサである。シルクスクリーンのマスクを用いることでPSPとTSPを容易かつ微細に塗り分けることができた。所要時間も塗布時間が1-2分、マスクのセットなどの時間を含めても1枚15分程度あれば複合センサを柵瀬宇することができた。図4右は励起光を照射し発光させた複合サンプルである、PSPとTSPで異なる波長の光を発していることが分かる。本研究ではドット間隔は0.5mmまで小さくすることが可能であることを確認している。

作成した複合センサPSP/TSPは圧力感度0.75 %/kPa, 温度感度0.75%/K, 時間応答26 μ sと通常のPSP, TSPと比較しても同等の静的および動的特性を有することが分かった。

図5は複合センサ面に噴流を吹き付けたときの圧力分布を計測したものである。圧力分布の時間変化を面計測できることが確認された。今回のサンプルはセンサ間隔が2mmのものを用いたため空間分解能がやや不足しているが、0.5mmのものを用いればより高い空間分解能が得られる。通常の大型風洞試験では模型と計測機器(CMOSカメラなど)の距離は1mであるため、今後どの程度のドット間隔があれば十分な空間分解能が得られるか検証予定である。



図2 シルクスクリーンのマスク



図3 自動塗布装置

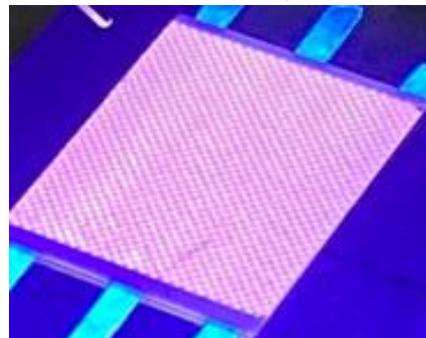
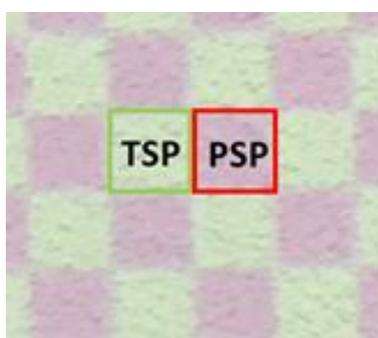
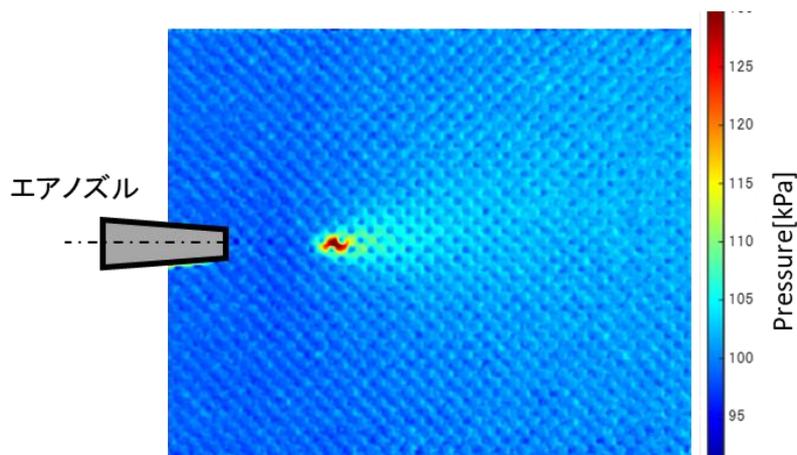


図4 作成された複合PSP/TSPセンサ(左)と光励起されたサンプル(右)



4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

複合感圧/感温 (PSP/TSP) センサは圧力と温度を同時に高い空間・時間分解能で計測でき、複雑な流体现象を理解するうえで非常に役立つ。この複合センサを特別な装置なしで安価かつ短時間に作成可能になった。これにより広い分野にこの複合計測技術が普及し、様々な現象の解明に利することが期待される。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで、 $10\mu\text{s}$ と非常に高い時間応答性をもつ感圧塗料 (PSP) の開発や様々な特性を持つ感温塗料 (TSP) の開発を行ってきた。またこれらを圧力や温度の分布を同時計測するために、PSPとTSPを複合化したセンサの開発を進めてきた。JKAの研究助成で産業用インクジェット装置やニードルディスペンサを用いた複合センサの作成に成功するなど、成果を上げてきたが、特殊な装置が必要であったため、一般の研究者や技術者がセンサを作成・利用するうえでネックとなっていた。今回の作成方法は、これまでPSP/TSPを作製したことのない人でも作成できる方法を開発することを目的としたものであり、本計測技術の普及という点で意義が高く、広い分野で様々な現象の解明に役立つものと期待している。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

該当なし

(2) (1)以外で当事業において作成したもの

[研究成果紹介のHP](#)

愛知工業大学 機械学科 流体工学研究室（江上研究室）

Fluid Engineering lab. (Egami lab.),
Dept. of Mechanical Engineering, Aichi Institute of Technology

[トップ](#) [愛工大HP](#) [愛工大機械学科HP](#) [愛工大L-Cam](#) [愛工大図書館](#) [English](#)

メニュー

[トップ](#)
[メンバー](#)
[研究内容](#)
[研究内容\(JKA助成\)](#)
[研究業績](#)
[担当講義](#)
[アルバム](#)
[アクセス](#)
[リンク](#)

研究内容(JKA助成)

本研究室では、2020年度、平成25年度及び平成26年度に公益財団法人JKAの機械工業振興補助事業（研究補助）を受けて以下の研究を行っています。

平成25年度(2013)マイクロ配列化した複合分子センサによる高速多変量同時計測法の開発(25-143)

平成26年度(2014)ドット配列複合分子センサによる多変量同時計測の高精度化補助事業(26-166)

2020年度圧力・温度複合センサシート作成法の確立と多変量同時計測の実現（2020M-175）

これまで模型上の圧力と温度分布を同時に計測するために感圧塗料と感温塗料を塗り分けた複合センサをインクジェット装置(2013年)やニードルディスペンサを用いて作成してきた(図1)。その結果、優れた時間応答性を有する複合PSP/TSPセンサを開発することに成功した[1-3]。しかし高価で特殊な装置を使用し、作成にも時間を要したため、一般への普及という点では課題が残っていた。そこで、シルクスクリーン印刷の技術に応用した安価かつ短時間での複合センサ作成法の開発に取り組んだ。

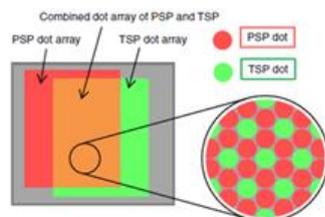


図1 PSP-TSP複合センサの配置の模式図

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 愛知工業大学工学部(アイチコウギョウダイガク コウガクブ)

住所： 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草1247

担当者 教授 江上 泰広(エガミ ヤスヒロ)

担当部署： 同上

E-mail: egami@aitech.ac.jp

URL: <https://aitech.ac.jp/~egami/>